



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Odontología

Escuela Profesional de Odontología

**Resistencia a la tracción del disilicato de litio inyectado
cementado con cemento resinoso fotopolimerizable y
resina fluida**

TESIS

Para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista

AUTOR

Javier Antonio ZAGA ALARCÓN

ASESOR

Mg. Felipe Enrique LOZANO CASTRO

Lima, Perú

2021



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Zaga A. Resistencia a la tracción del disilicato de litio inyectado cementado con cemento resinoso fotopolimerizable y resina fluida [Tesis de pregrado]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Odontología, Escuela Profesional de Odontología; 2021.

Hoja de metadatos complementarios

Código ORCID del autor	—
DNI o pasaporte del autor	73634818
Código ORCID del asesor	0000-0003-0715-0274
DNI o pasaporte del asesor	10038252
Grupo de investigación	CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y REHABILITACIÓN ORAL – UNMSM(CICROLSM)
Agencia financiadora	RECURSOS PROPIOS
Ubicación geográfica donde se desarrolló la investigación	Perú, Lima, Lima, San Miguel Latitud: -12.069138 Longitud: -77.079941
Año o rango de años en que se realizó la investigación	2019-2021
Disciplinas OCDE	Odontología, Cirugía oral, Medicina oral http://purl.org/pe-repo/ocde/ford#3.02.14



ACTA N° 010-FO-VDAC-UNAYOE-2021

ACTA DE SUSTENTACIÓN VIRTUAL DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE CIRUJANO DENTISTA

Autorizado con RR N°01242-R-20

En la ciudad de Lima, a los 11 días del mes de febrero a las 13:00 horas, por encargo del Señor Decano de la Facultad, se reunieron los miembros del jurado de Sustentación, con el objeto de llevar a cabo la Sustentación virtual de tesis para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista del Bachiller:

ZAGA ALARCÓN JAVIER ANTONIO

Que, luego de concluir la Sustentación de la Tesis titulada « **Resistencia a la tracción del disilicato de litio inyectado cementado con cemento resinoso fotopolimerizable y resina fluida** » y habiendo absuelto las preguntas formuladas, demuestra un grado de

aprovechamiento de: Sobresaliente, siendo
(escala)

Calificado con un promedio de: Dieciocho 18
(en letras) (en números)

En tal virtud, firmamos en la Ciudad Universitaria, a los diez días del mes de febrero del dos mil veintiuno.

PRESIDENTE DEL JURADO

Mg. Carlos Alberto Arroyo Pérez

MIEMBRO SECRETARIO

C.D. Esp. Jaime Sánchez García

MIEMBRO VOCAL (ASESOR)

Mg. Felipe Lozano Castro

DEDICATORIA

*A mi padre, por demostrarnos que
los sueños si se hacen realidad
y que siempre debemos ir por más.*

*A mi madre, por su apoyo
incondicional, por enseñarme a
luchar y no temerle a nada.*

*A mis hermanos, porque sé que
siempre podré confiar en ellos.*

AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos por acogerme durante estos 6 años y permitir mi desarrollo personal y profesional durante el pregrado.

A todos los docentes, colaboradores y trabajadores quienes compartieron conmigo muchos momentos, tanto académicos como personales.

A Pareja Lecaros por permitirme ejecutar el proyecto en su Centro de Experiencias, brindándome apoyo material y técnico para la correcta creación de muestras.

Al Laboratorio de Materiales de la Pontificia Universidad Católica del Perú por todas las facilidades brindadas durante la ejecución de esta tesis.

Al Dr. Javier Zaga Bendezú, mi padre y mentor, por todo el apoyo brindado a fin de desarrollar esta tesis.

A la Dra. Katty Rios Villasis por las enseñanzas brindadas durante la elaboración de esta tesis.

Al Dr. Felipe Enrique Lozano Castro, por su amistad, apoyo y confianza brindada durante la elaboración de esta tesis.

Al Ing. Bernardo Hervay Arroyo, por su gran apoyo con la creación de aditamentos metálicos para la ejecución de esta tesis.

RESUMEN

Objetivo: Evaluar in vitro la resistencia a la tracción del disilicato de litio inyectado cementado con cemento resinoso fotopolimerizable y resina fluida. **Materiales y Métodos:** Se confeccionaron estructuras de e-max press (n=24) (alta translucidez) del color A1®, las muestras fueron confeccionadas en el sistema CAD/CAM, los cuales fueron cementados con: Grupo A: Variolink Esthetic LC® Warm, B: Resina fluida Tetric N-Flow® A3.5 Dentin; a otro artefacto de cerámica (n=12). Una vez listos los especímenes se llevaron a cabo las pruebas de tracción. Cuando se produjo la fractura, la tracción que ejercía la máquina se detuvo y se registraron las medidas obtenidas en valores cuantitativos (MPa). Los datos fueron analizados estadísticamente con la Prueba *t* para muestras independientes. **Resultados:** Para el grupo A se obtuvo una resistencia promedio de $20,70 \pm 3,02$ MPa; en el grupo B fue $22,87 \pm 3,88$ MPa. El grupo A registró la resistencia mínima y la máxima el grupo B. No hay diferencia estadísticamente significativa entre los grupos A y B ($p>0.05$). **Conclusión:** La resistencia a la tracción del disilicato de litio inyectado cementado con cemento resinoso fotopolimerizable Variolink Esthetic LC® y resina fluida Tetric N-Flow® fue similar en ambos grupos.

Palabras claves: cementos dentales, resistencia a la tracción, Cerámica, Prótesis Dental (DeCS)

ABSTRACT

Objective: To evaluate in vitro the tensile strength of injected lithium disilicate cemented with light-curing resin cement and flowable resin. Materials and Methods: E-max press structures (n = 24) (high translucency) of color A1® were made, the samples were made in the CAD / CAM system, which were cemented with: Group A: Variolink Esthetic LC® Warm, B: Tetric N-Flow® A3.5 Dentin Fluid Resin; to another ceramic artifact (n = 12). Once ready, the specified tensile tests were carried out. When the fracture occurred, the traction exerted by the machine stopped and the measurements obtained were recorded in quantitative values (MPa). The data were statistically analyzed with the t-test for independent samples. Results: For group A, an average resistance of 20.70 ± 3.02 Mpa was obtained; in group B it was 22.87 ± 3.88 Mpa. Group A determines the minimum and maximum resistance in group B. There is no statistically significant difference between groups A and B ($p > 0.05$). Conclusion: The tensile strength of injected lithium disilicate cemented with Variolink Esthetic LC® light-curing resin cement and Tetric N-Flow® flowable resin was similar in both groups.

Key words: Dental Cements, tensile strength, Ceramics, Dental Prosthesis (Mesh).

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN.....	8
II. PROBLEMA DE INVESTIGACION.....	10
2.1 Área problema.....	10
2.2 Delimitación del problema.....	12
2.3 Formulación del problema.....	13
2.4 Objetivos.....	13
2.4.1 Objetivo General.....	13
2.4.2 Objetivos Específicos.....	13
2.5 Justificación.....	13
2.6 Limitaciones.....	14
III. MARCO TEÓRICO.....	15
3.1 Antecedentes.....	15
3.2 Bases teóricas.....	22
3.3 Definición de términos.....	31
3.4 Hipótesis	33
3.5 Operacionalización de variables.....	33
IV. METODOLOGIA.....	34
4.1 Tipo de Investigación.....	34
4.2 Población y Muestra.....	34
4.3 Procedimientos y técnicas.....	35
4.4 Procesamiento de datos.....	37
4.5 Análisis de resultados.....	38
V. RESULTADOS.....	38
VI. DISCUSIÓN.....	41
VII. CONCLUSIONES.....	44
VIII. RECOMENDACIONES.....	44
IX. BIBLIOGRAFÍA	45
X. ANEXOS	48

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Resistencia a la tracción de discos de Disilicato de Litio Inyectado cementados con cemento resinoso fotopolimerizable Variolink Esthetic LC®	39
Tabla 2. Resistencia a la tracción de discos de Disilicato de Litio Inyectado cementados con resina fluida Tetric N-Flow®.....	39
Tabla 3. Comparación de la resistencia a la tracción de discos de disilicato de litio inyectado cementado con cemento resinoso dual Variolink N® y resina compuesta fluida fotopolimerizable Tetric N-Flow®.....	40
Gráfico 1. Comparación de la resistencia a la tracción del disilicato de litio inyectado cementado con cemento resinoso fotopolimerizable Variolink Esthetic LC® y resina fluida Tetric N-Flow®.....	40

INTRODUCCIÓN

La odontología ha ido evolucionando, en función a las necesidades y prioridades de los pacientes. Hoy en día, se buscan restauraciones con materiales biocompatibles, funcionales, estables y estéticos. En este sentido, las cerámicas dentales son los materiales más solicitados por la exactitud con la que reproducen los dientes naturales. Su empleo inició en el siglo XVIII como dientes artificiales para prótesis totales, luego en el siglo XX se empezaron a utilizar para la confección de restauraciones metal cerámica y con el desarrollo de la tecnología surgieron las restauraciones libres de metal.¹ Entre estas se encuentra el Disilicato de Litio: vitrocerámica que ofrece variada gama de colores, diferentes grados de opacidad, excelente adhesión química y, por ende, gran resistencia a las diferentes fuerzas del proceso masticatorio.¹ El uso de estas cerámicas dentales ha ido ocupando un lugar importante en la odontología restaurativa; ya que, cumplen con satisfacción características ópticas y poseen altas propiedades mecánicas que aseguran estabilidad en el tiempo y en la boca del paciente.² Una de estas propiedades mecánicas es la resistencia a la tracción.³

La resistencia a la tracción es la máxima tensión que puede ser soportada por una estructura y, en este caso, la cerámica, que es adherida al remanente dentario mediante un agente cementante.⁴ La elección del agente cementante es de gran importancia para optimizar el sellado marginal. Los cementos adhesivos permiten una mayor fuerza de unión entre las estructuras del diente-cerámica; por ello, elegir el tipo de cemento es menester en el procedimiento clínico, siendo importante

investigar diferentes combinaciones de materiales que muestren la mejor adhesión y garanticen una mayor longevidad de las restauraciones de disilicato de litio.^{5,6}

El propósito de este estudio in vitro fue evaluar la resistencia a la tracción de los agentes cementantes; resinoso fotopolimerizable Variolink Esthetic LC® y resina fluida Tetric N-Flow® cementados en estructuras de disilicato de litio inyectado.

I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Área Problema

En la última década, la preocupación por tener una sonrisa atractiva se incrementó de manera significativa; debido a la sobre exposición de las redes sociales, y al paralelismo informativo; mediante los cuales las personas observan modelos de sonrisa perfectas como referentes. Además, en la era de la imagen, la sonrisa cumple un rol clave en las interacciones sociales; siendo nuestra mejor carta de presentación.⁷

La caries, los traumatismos y las preparaciones de cavidades no solo afectan la estética; sino reducen la estructura dental; dando lugar, a la disminución de la resistencia a la fractura del diente u ocasionando la pérdida parcial/completa del diente. La abrasión, la erosión, las lesiones no cariosas y el envejecimiento son los otros factores que influyen en la fragilidad dental.⁸

La rehabilitación dentaria mediante coronas completas; tanto en el sector anterior como posterior; afronta un gran reto de brindar funcionalidad y estética. La cerámica es considerada como el material estético por excelencia; gracias a sus propiedades físicas, químicas y su estabilidad en el color a largo plazo, los cuales ofrecen grandes ventajas en la restauración final.⁹ El éxito en el tratamiento restaurador depende de una suma de factores: la experiencia del operador, el material utilizado y el paciente. La selección del material restaurador lo realiza el odontólogo, basándose en las variables de cada caso clínico: tipo de preparación biológica, espacio necesario para el material, color, translucidez, agonista y antagonista de la pieza dentaria entre otros.^{10,11} Dentro de las cerámicas dentales se encuentra el Disilicato de Litio: vitrocerámica con propiedades físicas, químicas y estéticas

equilibradas con respecto a otras cerámicas, y que puede ser procesada mediante una técnica de inyección y cera eliminada o procesos de fresado mediante modernos equipos de CAD/CAM.^{9,12} Para la cerámica existen materiales o agentes cementantes que nos ofrecen optimizar y garantizar el sellado marginal, la longevidad de la restauración en boca y la viabilidad del diente huésped. El agente de cementación es de vital importancia en este proceso; por lo cual, debe cumplir requisitos como la biocompatibilidad, baja viscosidad, resistencia mecánica, adhesión al diente y a la restauración, baja solubilidad, estabilidad del color en el tiempo, radiopacidad, fácil manipulación, entre otros.¹¹

Al unir la cerámica a la estructura del diente, se deben considerar dos interfaces diferentes: una interfaz que está en la superficie del diente, y otra, en la superficie de la restauración. La fuerza de unión en ambas interfaces debe optimizarse porque la inferior determinará la fuerza de unión final del cementado. Los cementos adhesivos juegan un papel importante para lograr una mayor fuerza de unión entre ambas estructuras para resistir tensiones generadas durante la masticación.¹³ Por ello, elegir el cemento ideal es un paso crucial en el procedimiento clínico; siendo importante investigar diferentes combinaciones de materiales que muestren la mejor adhesión y garanticen una mayor longevidad de las restauraciones.

El propósito de este estudio in vitro fue evaluar la resistencia a la tracción de los agentes cementantes; resinoso fotopolimerizable Variolink Esthetic LC® y resina fluida Tetric N-Flow® cementados en estructuras de disilicato de litio inyectado

1.2 Delimitación

En consecuencia, existe la necesidad de restaurar estéticamente el sector anterior teniendo en cuenta todas las propiedades que nos brinda el disilicato de litio y los diferentes agentes cementantes. La resistencia a la fractura del disilicato de litio, muestra valores muy elevados en comparación a las demás cerámicas vítreas (desde 40MPa); además, que la calidad de su adaptación es solo superada por la cerámica feldespática.³

Los agentes cementantes son usados para fijar numerosos tratamientos restauradores. Los cementos resinosos y las resinas compuestas presentan, básicamente, la misma fórmula; es decir, están compuestas de 30% de matriz orgánica y 70% de matriz inorgánica aproximadamente; teniendo al silano como agente de unión; lo cual, facilita la manipulación y el asentamiento completo de la restauración en el diente preparado.¹⁴ Dentro de sus ventajas se encuentran su habilidad de adhesión a múltiples sustratos, alta resistencia, insolubilidad en medio oral y su potencial para mimetizar los colores; sin embargo, los cementos resinosos requieren destreza en su manipulación, especialmente por el poco tiempo que nos brinda el material durante el procedimiento de adhesión, y al retirar los excesos. Por lo tanto, como con toda resina, el procedimiento clínico de cementación es considerado sensible; por lo que, requiere de mucho cuidado por parte del operador durante las múltiples etapas de su uso.^{11,14} Por lo mencionado, existen muchas dudas y decisiones a tomar al momento de elegir el material cementante ideal para el disilicato de litio inyectado; siendo importante esta investigación porque sus resultados sería un importante aporte para los clínicos.

1.3 Formulación del problema

¿Existirá diferencia entre la resistencia a la tracción de los agentes cementantes; resinoso fotopolimerizable Variolink Esthetic LC® y resina fluida Tetric N-Flow® cementados en estructuras de disilicato de litio inyectado?

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Evaluar in vitro la resistencia a la tracción de los agentes cementantes; resinoso fotopolimerizable Variolink Esthetic LC® y resina fluida Tetric N-Flow® cementados en estructuras de disilicato de litio inyectado.

1.4.2 Objetivos específicos

1. Determinar la resistencia a la tracción del agente cementante resinoso fotopolimerizable Variolink Esthetic LC® cementado en estructuras de disilicato de litio inyectado.
2. Determinar la resistencia a la tracción del agente cementante resina fluida Tetric N-Flow® cementado en estructuras de disilicato de litio inyectado.
3. Comparar la resistencia a la tracción de los agentes cementantes; resinoso fotopolimerizable Variolink Esthetic LC® y resina fluida Tetric N-Flow® cementados en estructuras de disilicato de litio inyectado.

1.5 Justificación

Las restauraciones indirectas de cerámicas inyectadas son ideales para brindar soluciones con alta estética y durabilidad en las restauraciones; sin embargo, pueden existir algunas desventajas como la separación total o parcial de la

restauración; así como, la fractura a nivel del tercio cervical; a causa de las diferentes fuerzas que se ejercen sobre ellas, siendo una de ellas la tracción; por ello, resulta importante profundizar en su estudio para controlar este aspecto; pudiendo garantizar longevidad y eficiencia en las restauraciones. Este aspecto está directamente relacionado al tipo de cemento que se utiliza; por ello, en este estudio se optará por un cemento resinoso dual indicado para restauraciones de disilicato de litio y cementación con resina compuesta fluida, hoy en día utilizado por muchos clínicos para la cementación de restauraciones indirectas de diferentes materiales.

Por lo tanto, el presente estudio tiene importancia teórica-científica porque amplía el conocimiento acerca del comportamiento de los agentes cementantes estudiados; siendo estos, dos de los más usados en nuestra realidad clínica; por lo cual, los resultados obtenidos serán de utilidad para el odontólogo. Asimismo, tiene importancia clínica, porque al conocer la resistencia a la tracción de estos dos materiales nos permitirá saber el comportamiento de ambos agentes cementantes cuando se utilizan junto con cerámicas inyectadas IPS e.max Press; para elegir el que más favorezca la longevidad de los tratamientos restauradores.

1.6 Limitaciones

Las limitaciones de este estudio radican en la complejidad de los procesos de medición a través de las pruebas de tracción; sin embargo, esto se solucionará haciéndolo en un laboratorio con un ingeniero experto en el área.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

Li R, et al (2019) investigaron la fuerza de unión entre la cerámica de disilicato de litio (LDC) y dos tipos de cementos de resina antes y después del ciclo térmico para varios tratamientos de superficie incluyendo ácido fluorhídrico, dos tipos de silano y un efecto combinado. La resistencia al cizallamiento en cada grupo se caracteriza por una máquina de prueba mecánica universal promediada por dieciséis veces. Los resultados muestran que la superficie LDC tratada con HF y un silano mixto, muestra fuerzas de unión máximas de 27.1 MPa y 23.3 MPa con dos cementos de resina diferentes luego de 5000 ciclos térmicos, respectivamente, lo que indica una excelente capacidad para resistir el daño inducido por la expansión cíclica y contracción. Esta alta fuerza de unión a largo plazo se atribuye al efecto en conjunto del enclavamiento micromecánico (unión física) y la formación de Si-O-Si y -C-C- en la interfaz (unión química). Se concluye, que este resultado ofrece un gran potencial para mejorar la resistencia de la unión para la restauración totalmente cerámica al optimizar el tratamiento de la superficie.¹⁵

Upadhyaya V, et al (2019) evaluaron y compararon la resistencia al cizallamiento (SBS) de tres cementos de resina diferentes: cementos totales de grabado y enjuague, autograbado y cementos autoadhesivos, utilizados para unir las restauraciones de disilicato de litio a la dentina humana. Cuarenta y cinco discos de disilicato de litio (IPS e.max) (4 mm de diámetro y 3 mm de espesor) se fabricaron y dividieron aleatoriamente en tres grupos (n = 15). Quince especímenes fueron laminados, bajo una carga constante, con cada uno de los

siguientes cementos de resina: Variolink N (Grupo VN), Multilink N (Grupo MN) y Multilink Speed (Grupo MS). Todas las muestras cementadas se almacenaron en agua destilada durante 1 semana después de lo cual, se analizaron bajo carga de corte a una velocidad de cruceta constante de 1 mm / min hasta la fractura en una máquina universal de prueba; La carga en la fractura se informó en megapascuales (MPa) como la fuerza de unión. Los datos medios de SBS de los grupos en MPa fueron: Variolink N (Grupo VN): 14.19 ± 0.76 ; Multilink N (Grupo MN): 10.702 ± 0.75 ; y Multilink Speed (grupo MS): 5.462 ± 0.66 . Se encontraron diferencias significativas en SBS ($P < 0.001$) de los tres cementos de resina. Se concluye que, el cemento de resina de grabado y enjuague total, es decir, Variolink N (Grupo VN) produjo una resistencia de unión significativamente mayor de todas las cerámicas a las superficies de la dentina que los cementos de resina de autograbado y autoadhesivo, es decir, Multilink N y Multilink Speed, respectivamente.¹⁶

Gundogdu M, et al (2018) evaluaron los efectos de los cementos de resina autoadhesivos y autoadhesivos sobre la resistencia al cizallamiento de los materiales de núcleo cerámico unidos a la dentina. Se seleccionaron dientes incisivos maxilares centrales humanos extraídos, sin caries, y las superficies del vestíbulo se cortaron para obtener superficies de dentina. Los materiales de núcleo de cerámica (IPS e.max Press y Zirconia Prettau) se colocaron en las superficies de la dentina utilizando tres sistemas adhesivos de autograbado (Duo-Link, Panavia F 2.0 y RelyX Ultimate Clicker) y dos sistemas de resina autoadhesiva (RelyX U200 Automix y Maxcem Elite). Se realizó una prueba de resistencia al cizallamiento utilizando una máquina de prueba universal. Se

observaron modos de falla bajo un microscopio estereoscópico, y las interfaces de unión entre los cementos de resina adhesiva y los dientes se evaluaron con un microscopio electrónico de barrido. El tipo de cemento adhesivo de resina afectó significativamente las fuerzas de adherencia al cizallamiento de los materiales de núcleo cerámico unidos a la dentina ($P < 0.05$). Se concluye que, cementos de resina adhesiva autograbados exhibieron una mejor resistencia al cizallamiento que los cementos de resina autoadhesiva, excepto el cemento Panavia en el grupo IPS e.max Press. Sin embargo, las resistencias de unión al cizallamiento de los cementos de resina autoadhesivos dependían de la naturaleza de los materiales del núcleo cerámico.¹⁷

Roy A, et al (2017) compararon la fuerza de unión del cemento de resina convencional y la resina autoadhesiva cemento unido a disilicato de litio. Se utilizaron un total de 40 molares humanos extraídos; los cuales fueron montados en resina acrílica de autocurado y preparados para obtener una superficie oclusal plana. Los especímenes tuvieron una dimensión de 10 mm de diámetro y 2 mm espesor que se fabricaron utilizando la técnica de cera perdida. Las muestras se dividieron en cuatro grupos: Grupos I, II, III y IV ($n = 10$). Las muestras se trataron superficialmente con silano Monobond S. Autograbante y agente de unión fueron aplicados sobre la superficie de unión de los dientes en los grupos I y III. Las muestras se unieron a los dientes preparados con el cemento de resina Multilink N y sometido a la máquina de prueba universal. Los especímenes fueron fotocurados. Las muestras en los grupos II y IV se colocaron en los dientes usando cemento autoadhesivo RelyX U100. Las muestras en los grupos III y IV fueron sometidas al termociclado durante 10,000 ciclos a temperaturas que

alteran entre 5 ° C y 55 ° C. La resistencia al cizallamiento del cemento resinoso convencional y el cemento resinoso autoadhesivo con disilicato de litio fueron probados antes y después del termociclado. Los resultados indicaron que el termociclado no tiene un efecto significativo sobre la resistencia de la unión de cemento de resina convencional o autoadhesivo. Se concluye, que hubo una diferencia significativa entre los valores medios de resistencia al cizallamiento de la resina convencional (Multilink N) y cemento de resina autoadhesivo (RelyX U100) cuando se une a discos de disilicato de litio y el termociclado no tuvo un efecto significativo sobre la fuerza de unión.¹³

Rojpaibool T, et al (2017) investigaron la influencia del espesor de la película de cemento, el tipo de cemento y el sustrato (esmalte o dentina) en la resistencia a la fractura de la cerámica. Se pulieron cien terceros molares humanos extraídos para obtener 50 muestras de esmalte y 50 dentinas. Las muestras se cementaron en placas de cerámica de disilicato de litio de 1 mm de espesor con diferentes espesores de película de cemento (100 y 300 µm) utilizando tiras de metal como separadores. Los cementos utilizados fueron cementos de resina convencionales (RelyX Ultimate) y autoadhesivos (RelyX U200). La carga de compresión se aplicó en las placas de cerámica usando una máquina de prueba universal, y las cargas de fractura se registraron en Newtons (N). El grupo RelyX Ultimate con un espesor de cemento de 100 µm cementado al esmalte mostró la carga de fractura media más alta (MFL; 1591 ± 172.59 N). Los grupos MFL de RelyX Ultimate fueron significativamente más altos que los grupos RelyX U200 correspondientes ($p < 0.05$), y el cemento de película más delgada demostró un MFL más alto que las películas más gruesas ($p < 0.05$). La unión a la dentina

resultó en un MFL más bajo que con el esmalte ($p < 0.001$). Se concluye que las cargas de fractura más altas se relacionaron con un espesor de película de cemento más delgado y cemento de resina RelyX Ultimate.¹⁸

Barra B, et al (2016) determinaron la relación entre la variación del protocolo de cementación con cementos resinosos autograbantes autoadhesivos, basados en los protocolos de cementación recomendados por el fabricante y la variación en la resistencia microtraccional de incrustaciones de resina compuesta realizadas in vitro, cementadas sobre premolares sanos y extraídos mediante pruebas microtraccionales realizadas con el Tinius olsen Hk5-s. Se utilizaron premolares sanos, cumpliendo los criterios de inclusión y exclusión, las cuales, fueron sometidas a distintos protocolos para cementar incrustaciones de resina compuestas. Se compararon los valores traccionales de los grupos bajo un patrón estándar. El análisis estadístico se realizó con SPSS vs.22 bajo una estadística descriptiva e inferencial. Los grupos II y III y sus respectivos subgrupos mostraron diferencias estadísticamente significativas en los valores de resistencia a la tracción; superando a lo obtenido por el grupo control. Se concluye que, el grabado ácido de la superficie dentaria aumenta la resistencia a la tracción de las restauraciones.¹⁹

Ayyildiz S, et al (2015) evaluaron la resistencia al cizallamiento (SBS) de tres cementos diferentes a la superficie de cerámica de circonio y disilicato de litio después del termociclado. Se prepararon treinta especímenes de disco de circonia (Z) y treinta discos de disilicato de litio (L) de 8 mm de diámetro y 3,4 mm de espesor a partir de bloques de cerámica. Cada grupo se dividió en tres

subgrupos (n: 10). Las muestras de todos los grupos se unieron con tres cementos diferentes utilizando tubos de polietileno transparentes: cemento de fosfato de Zn (ZPC); cemento de resina autoadhesivo (SARC); cemento adhesivo de resina (ARS). Las muestras se sometieron a un procedimiento de envejecimiento térmico durante 1 semana en baño de agua a 37 ° C. La resistencia al cizallamiento (SBS) se determinó usando una máquina de prueba universal a una velocidad de cruceta de 1 mm/min. Las muestras también se examinaron tanto con un microscopio electrónico de barrido (SEM) como con un microscopio estereoscópico. Para los grupos probados, los valores de SBS variaron de 0.29 ± 0.03 a 12.10 ± 0.25 MPa. El grupo L-SARC produjo el valor más alto de SBS ($p < 0.05$) entre los grupos, mientras que el grupo Z-ZPC tuvo el más bajo ($p < 0.05$). Se encontraron valores de SBS significativamente más altos para todos los grupos de especímenes de disco de disilicato de litio (L) en comparación con los de los especímenes de disco de zirconia (Z) ($p < 0.05$). Las comparaciones por pares de Tukey revelaron que los valores de SBS de los grupos SARC fueron significativamente más altos que los de los grupos ARC y ZPC ($p < 0.05$). Dentro de la limitación de este estudio in vitro, se concluyó que el cemento de resina autoadhesivo tenía los valores más altos de resistencia al cizallamiento cuando se unía a disilicato de litio y superficie cerámica de circonio. Sin embargo, el cemento de fosfato de zinc demostró valores de resistencia al cizallamiento significativamente menores para ambos grupos cerámicos.²⁰

Lise D, et al (2015) investigaron el efecto del grabado con ácido fluorhídrico (HF), la solución de silano y la aplicación del sistema adhesivo sobre la resistencia de la unión (μ SBS) de cerámica de vidrio de disilicato de litio (LD) en

tres cementos de resina. Las áreas de unión circular se delimitaron en las superficies de disilicato de litio usando una cinta adhesiva perforada. Las muestras se asignaron a 18 subgrupos ($n = 12$) de acuerdo con el tratamiento de superficie: NT = sin tratamiento; HF = 4.8% HF por 20 segundos; solución de silano: (1) sin silano; (2) Monobond Plus, una solución de silano / 10-metacriloiloxi-dihidrógeno fosfato durante 60 segundos; (3) Monobond Plus + Excite F DSC, un adhesivo de doble curado; y cemento de resina: (1) Variolink II, un cemento de resina de doble curado a mano, de doble curado y bisfenol A diglicidil éter dimetacrilato (bis-GMA); (2) Multilink Automix, un cemento de resina de doble curado, automezclado a base de bis-GMA; (3) RelyX Unicem 2, un cemento de resina autoadhesivo, automezclado y de doble curado. Se utilizaron tubos Tygon ($\varnothing = 0,8$ mm) como matrices de cilindro para la aplicación de cemento de resina. Después de 24 horas de almacenamiento en agua, las muestras se sometieron a la prueba μ SBS. Considerando el factor cemento de resina, Variolink II resultó en un μ SBS medio significativamente más alto que RelyX Unicem 2 ($p < 0.03$). La μ SBS media para Multilink Automix no fue significativamente diferente de la de Variolink II y RelyX Unicem 2. Se concluye que, LD puede beneficiarse del pretratamiento de la superficie interna con HF y silanización, independientemente del cemento de resina utilizado.²¹

Kumbuloglu O, et al (2005) evaluaron la resistencia al cizallamiento de diferentes sistemas comerciales de cementos de resina compuesta al sustrato de cerámica de disilicato de litio. Se utilizaron cinco sistemas de cemento de resina adhesiva Panavia 21 y Panavia F (Kuraray), Variolink 2 (Ivoclar-Vivadent), RelyX Unicem Applicap y RelyX ARC (3M ESPE) en sustrato totalmente

cerámico (IPS Empress 2; Ivoclar-Vivadent). La resistencia al cizallamiento del cemento de resina adhesiva al sustrato se probó después del termociclado, o sin termociclado ($n = 10$). Las mayores fuerzas de unión en condiciones de almacenamiento se obtuvieron con RelyX ARC (28.7 ± 3.9 MPa); mientras que, en condiciones termocicladas los valores de unión más altos se obtuvieron con Variolink 2 (23.2 ± 7.5 MPa). Los valores más bajos tanto en agua almacenada (5.8 ± 4.0 MPa) como en condiciones de termociclado (2.4 ± 2.9 MPa) se obtuvieron con Panavia 21. La resistencia al cizallamiento pareció verse afectada significativamente por el termociclado (anova, $P < 0.05$). Se concluyó que había diferencias significativas entre las fuerzas de unión de los cementos de resina adhesiva al sustrato de disilicato de litio.²²

2.2 Bases teóricas

a. Restauraciones parciales indirectas

Los materiales indirectos se utilizan para fabricar restauraciones en el laboratorio dental que luego se colocan en o sobre el diente; y que generalmente, requieren dos o más visitas hasta completar la restauración.²³

Los dentistas utilizan una amplia variedad de materiales en la restauración indirecta de los dientes. Muchos factores deben ser considerados tanto por el dentista como por el paciente al elegir el material de restauración óptimo para cada procedimiento, con el la longevidad de ese material restaurador en particular es uno de los más importantes. El éxito de la restauración es la capacidad demostrada de una restauración para funcionar como se esperaba; mientras que, el período de tiempo

que una restauración sobrevive (tasa de supervivencia), a menudo se usa como una medida del rendimiento clínico.²⁴

a.1 Restauraciones indirectas convencionales

En inlay, onlay y overlay, las restauraciones con adhesivo cementado son tradicionalmente clasificadas según su tipo:

a.1.1 Inlays. - Son restauraciones sin cobertura de cúspide, y está indicado en dientes con vitalidad preservada, en cavidades medianas a grandes de clase II (MO /OD, MOD), con zona vestibular y paredes oclusales bien conservadas. La resina compuesta es el material ideal. Actualmente, este tipo de restauración es a menudo realizado con una técnica directa; obteniendo así, una previsibilidad igual con un enfoque más conservador.²⁵

a.1.2 Onlays. – Este tipo de restauraciones cubre de manera parcial las cúspides, pero no toda la superficie oclusal. Se indican en cavidades clase II de dimensiones grandes y que presentan paredes parcialmente soportadas sin grietas de dentina. Se puede usar resina compuesta o cerámica.²⁵

a.1.3 Overlays. – Estas restauraciones cubren totalmente la cúspide, y se indican en clase II que son extendidas y tienen paredes axiales no soportadas y con ausencia de crestas marginales. La resina compuesta o cerámica puede ser usada. La cerámica (disilicato de litio, vitrocerámica) es el material de primera elección en el caso de restauraciones múltiples con amplia cobertura; además, debido a su mayor resistencia y capacidad para estabilizar la cúspide.²⁵

a.2 Restauraciones indirectas de nuevo desarrollo

Este grupo de restauraciones debe cumplir con los criterios de óptima conservación de los tejidos sanos; así como, brindar estética, ayudando a establecer nuevos límites entre la odontología mínimamente invasiva y las prótesis.²⁵ Estas restauraciones se clasifican a continuación:

a.2.1 Additional overlay. – Este tipo de restauración es de cobertura completa y se realiza sin preparación previa. Se indica, cuando hay dientes con pérdida de tejido como en la erosión y abrasión; o en casos de incremento de la dimensión vertical. Se puede usar como material: la cerámica (disilicato de litio) y la resina compuesta.²⁵

a.2.2 Occlusal-veneer. - Restauración delgada posterior (1 a 1.2 mm) unida a una preparación de cobertura parcial oclusal con un diseño no retentivo. Está indicado, sobre todo, de antemano en la erosión de la superficie oclusal o en casos de restauración clínica donde la dimensión vertical necesita ser incrementado.²⁵

a.2.3 Overlay-veneer. – Se indica este tipo de restauración cuando se requiere una cobertura de la superficie oclusal que se extiende a toda la superficie bucal; ya sea, por razones estéticas o funcionales. Se indica en dientes posteriores situados en áreas estéticas. El material estándar de oro es de cerámica (disilicato de litio).²⁵

a.2.4 Long-wrap overlay. – Se realiza para cubrir la superficie oclusal completa. Su extensión está en función a la pérdida de tejido. Se indica en dientes que requieren cobertura cuspídea completa extendida a paredes axiales por la presencia de extensas lesiones cariosas, abrasiones o fracturas que involucran las superficies externas. La cerámica (disilicato de litio), es el material a elección.²⁵

a.2.5 Adhesive-crown. – Se indica en dientes que requieren una preparación total por la extensa pérdida de tejido. Este tipo de restauración cubre el diente con márgenes supragingivales. El material de elección es el disilicato de litio.²⁵

b. Cerámicas

Las cerámicas dentales, son estructuras inorgánicas no metálicas que contienen en su mayoría compuestos de oxígeno con uno o más elementos metálicos o semimetálicos como aluminio, litio, calcio, titanio, silicio, circonio y potasio.²⁵ Este material se compone de minerales cristalinos (feldespato, cuarzo, alúmina) y matriz de vidrio (caolín).²⁶

La cerámica dental exhibe una excelente biocompatibilidad con los tejidos blandos orales y también es químicamente inerte en la cavidad oral. Poseen una excelente estética. La cerámica dental posee muy buena resistencia a las tensiones de compresión; sin embargo, son muy pobres bajo tensiones. Esto imparte naturaleza frágil a la cerámica y tiende a fracturarse. Varios modos de fracturas clínicas de estructuras cerámicas incluyen grietas que se inician desde la zona de contacto en

la superficie oclusal, desde la superficie de cementación debajo del contacto y desde los márgenes de coronas y conectores en prótesis parciales fijas.²⁶

Los defectos estructurales conducen a la falla en las prótesis de cerámica dental. Pueden surgir defectos en forma de microgrietas de escala submilimétrica; durante la fabricación de prótesis cerámicas y también por la aplicación de fuerzas masticatorias en la cavidad oral.²⁶

Propiedades físicas y mecánicas de la cerámica dental. ¹⁹	
Fuerza compresiva 330 MPa	Dureza de la superficie 460 KHN
Resistencia a la tracción diametral 34 MPa	Gravedad específica 2.2–2.3 gm / cm ³
Fuerza transversal 62 - 90 MPa	Conductividad térmica 0.0030 Cal / Sec / cm ²
Resistencia a la cizalladura 110 MPa	Difusividad térmica 0,64 mm ² / seg
Coeficiente de expansión termal 12 × 10-6 / ° C	

La resistencia a la fatiga juega un papel importante en la durabilidad y longevidad de las restauraciones de cerámica dental. La fatiga puede explicarse por el crecimiento de grietas químicamente dependiente y dependiente de la velocidad en presencia de humedad y la aplicación cíclica de tensiones. El agua entra en fisuras incipientes y rompe los enlaces cohesivos que mantienen juntas las paredes de la grieta y da como resultado el inicio de un crecimiento lento de la grieta que progresa de manera constante con el tiempo, acelerando a niveles de estrés más altos y finalmente conduciendo a la falla.²⁶

Con la introducción de los sistemas CAD/CAM en odontología, en particular el CEREC, los médicos son ahora capaz de usar resina compuesta y materiales cerámicos para fabricar restauraciones indirectas.²⁴

b.1 Disilicato de litio

El último material de reciente interés es el disilicato de litio y E.max (Ivoclar Vivadent AG) es actualmente el único disponible. Este material presenta propiedades estéticas acercándose o igualando a los materiales de vidrio; pero tiene propiedades de resistencia significativamente mejores y proporciona un alto nivel de restauración estética para restauraciones posteriores.²⁷

Se han realizado numerosos estudios de laboratorio que examinan diversos aspectos de las incrustaciones de cerámica, principalmente centrados en aquellas áreas que condujeron a fracasos en los primeros intentos de estas restauraciones, como ajuste, precisión marginal, ubicación del espacio, espesor de cemento, microfiltración, resistencia a la fractura, etc. Durante la polimerización de cemento de resina, se pueden desarrollar tensiones internas que causen interrupciones entre la restauración y las paredes de la cavidad que también pueden conducir a fuga, especialmente cuando los márgenes se encuentran en la dentina.²⁷

b.2 Agentes de cementación

Todas las restauraciones indirectas requieren un cemento para que puedan ser retenidos en los dientes preparados; e influyen en el rendimiento y biocompatibilidad de la restauración general. El agente cementante parece tener

una gran influencia en el rendimiento y biocompatibilidad de la restauración general.²³

Propiedades ideales de un Agente Cementante ⁵

Propiedad	Agente Cementante Ideal
Espesor de película	Bajo
Tiempo de trabajo	Largo
Tiempo de fraguado	Corto
Resistencia a la compresión	Alta
Módulo elástico	Igual que la dentina
Irritación de la pulpa	Baja
Solubilidad	Muy baja
Microfiltración	Muy baja
Eliminación de excesos	Fácil
Retención	Alta

Las categorías amplias de cementos disponibles son cementos a base de agua y cementos a base de resina. De estas dos categorías, un dentista tiene una amplia variedad de materiales con diferentes características de trabajo y propiedades para elegir. La elección a menudo depende del tipo de material seleccionado para la restauración indirecta y los requisitos clínicos, como las características del entorno, espesor de la película, tasas de ajuste y adhesión al diente subyacente.²³

Comparación de Agentes Cementantes Disponibles^{5,6}

Propiedades	Agente Cementante Ideal	Fosfato de Zinc	Policarboxilato	Ionómero de Vidrio	CIVRM	Compómeros	Cemento Resinoso	Cemento Resinoso Autoadhesivo
Espesor de película μm	Bajo (<40)	25.3	19	13.5	23.1	>25	29.6	<25
Tiempo de trabajo (minutos)	Largo	1.5-5	1.75-2.5	2.3-3.5	2-4	3-10	0.5-5	0.0-5
Tiempo de fraguado (minutos)	Corto	5-14	6-9	6-9	2	3-7	1-15	1-15
Resistencia a la compresión MPa	Alta	62-101	67-91	122-162	40-141	194-200	179-225	200-240
Resistencia a la tracción MPa	Alta	3.1-4.5	3.6-6.3	4.2-5.5	13-24	36-40	34-37	37-41
Módulo elástico GPa	Igual que la dentina	13.2	5-6	11.2	2.5-7.8	17	4.5-9.8	3-15
Irritación de la pulpa	Baja	Moderada	Baja	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
Solubilidad	Muy baja	Alta	Alta	Baja	Muy baja	Muy baja	Muy baja	Muy baja
Microfiltración	Muy baja	Alta	Alta a muy alta	Baja a muy alta	Muy baja	Alta a muy alta	Muy baja	Muy baja
Eliminación de excesos	Fácil	Fácil	Medio	Medio	Medio	Medio	Difícil	Difícil
Retención	Alta	Moderada	Baja/moderada	Moderada a alta	Moderada	Moderada	Alta	Alta
Modo de enlace al diente	No aplica	Unión no adhesiva	Adhesión molecular	Adhesión molecular	Adhesión molecular y micromecánica	Adhesión molecular y micromecánica	Micro mecánica	Micro mecánica
Liberación de flúor	No aplica	No	No	Si	Si	Si	No	No

Abreviaciones: CIVMR, cemento de ionómero de vidrio modificado con resina

Los cementos resinosos son los de mayor evolución tornándose en gran medida insolubles y compatibles con los sistemas adhesivos. En su gran mayoría, tienen una composición semejante a la de las resinas compuestas para restauración (o sea una matriz resinosa con cargas inorgánicas tratadas con silano), siendo los monómeros con grupos funcionales los que inducen la adhesión a dentina los sistemas de organofosfonatos, hidroxietilmetacrilato y el 4-metacriletil trimetilico anhidro (4- META), entre otros.

Los cementos resinosos son usados ampliamente en la odontología rehabilitadora, esto gracias a sus grandes propiedades mecánicas y estéticas en la cementación de restauraciones indirectas como inlays, onlays, coronas, carillas, etc. De igual manera que con los composites y adhesivos, se probó si los cementos resinosos presentan mejor desempeño mediante la incorporación de nanorrellenos. La incorporación del 1% de la fracción de masa total de nanopartículas de sílice silanizada eleva la resistencia a la flexión. La incorporación del 2,5% de la fracción de masa total de nanopartículas mejora el módulo de flexión, aunque no afecta la resistencia a la flexión, y la incorporación de nanopartículas por encima del 2,5% afecta negativamente a las propiedades de flexión.²⁸

Dentro de sus propiedades, presentan una alta resistencia a la compresión y tracción; además, que se adhieren fuertemente a la estructura dental; sin embargo, permiten la infiltración marginal; lo cual, conlleva a sensibilidad posoperatoria e inflamación pulpar.^{15,28}

Clasificación de los tipos de agentes cementantes en función de la durabilidad y resistencia²⁹

Durabilidad y Resistencia	
Menor	Óxido de Zinc sin eugenol Óxido de Zinc Policarboxilato Fosfato de Zinc Ionómero de Vidrio CIVRM Cemento Resinoso Autoadhesivo Cemento Resinoso
Mayor	
Abreviaciones: CIVMR, cemento de ionómero de vidrio modificado con resina	

Dentro de los tipos de resina, se presentan las siguientes:

Según el tipo de polimerización, los cementos resinosos son fotopolimerizables, de polimerización química (autocurado o autopolimerización) o de polimerización dual, donde al mezclar la base y el catalizador inicia la polimerización química, pero además, si se aplica luz se acelerará el proceso, pues también son fotopolimerizables.^{15,28} Estos últimos se utilizan para la cementación de manera definitiva de las restauraciones totalmente cerámicas, así como, las de composite con base de metal.²⁸

Los materiales con polimerización dual tienen presente dentro de su composición foto iniciadores (camforoquinona y amina), de manera adicional al sistema de iniciación. La polimerización se inicia con la mezcla de la base y el catalizador. El propósito de fabricación de estos agentes cementantes consistió en que de la matriz orgánica de un recién descubierto ácido – fosfórico metacrilato multifuncional. El grupo de ácido fosfórico acondiciona a la superficie del diente y contribuyen a la adhesión.^{15,28}

2.3 Definición de términos

2.3.1 Resistencia a la tracción

La resistencia a la tracción es la máxima tensión que puede ser soportada por una estructura a tracción.⁴

2.3.2 Disilicato de Litio

El disilicato de litio es una cerámica vítrea con una microestructura inusual. Está compuesto de abundantes cristales pequeños alargados que elevan la resistencia a la flexión a cambio de una disminución de

translucidez en comparación con otras cerámicas. Este material brinda un equilibrio entre la fuerza y la translucidez que le permite ser usado en restauraciones monolíticas, en carillas, coronas convencionales, puentes y coronas sobre implantes.⁹

2.3.3 Adhesión

Fenómeno por el que dos superficies mantienen una unión firme y prolongada en el tiempo, pudiendo ser mecánica (retención, roce o entramamiento de superficies) y/o química (unión molecular o atómica), y que en términos odontológicos es el proceso del tratamiento de restauración.³⁰

2.3.4 Cemento

Elemento vinculante utilizado como sustancia para hacer que los objetos se adhieran entre sí, o algo que sirva para unir firmemente. Un material que, al endurecerse, llenará un espacio o unirá los objetos adyacentes, el agente sintetizador.³⁰

2.3.5 Resina

Las resinas compuestas son polímeros reforzados, constituidas por una matriz orgánica y el relleno mineral inorgánico, adicionadas a estos dos componentes se encuentran, agentes de acoplamiento y agregados que intervienen en la reacción de polimerización como iniciadores, aceleradores o inhibidores, entre otros.³¹

2.4 Hipótesis

Hay diferencia entre la resistencia a la tracción del disilicato de litio inyectado cementado con cemento resinoso fotopolimerizable Variolink Esthetic LC® y resina fluida Tetric N-Flow®.

2.5 Operacionalización de variables

- Variable Independiente: Agentes Cementantes
- Variable Dependiente: Resistencia a la Tracción

VARIABLE	DEFINICIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	TIPO	VALORES O CATEGORIAS	ESCALA
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN	La tracción es el esfuerzo interno a que está sometido un cuerpo por la aplicación de dos fuerzas que actúan en sentido opuesto, y tienden a estirarlo.	<p>-Resistencia a la tracción de los especímenes cementados con cemento resinoso fotopolimerizable.</p> <p>-Resistencia a la tracción de los especímenes cementados con resina fluida.</p>	Momento justo de desalojo de las estructuras cementadas (Máquina para ensayos de tracción de polímeros Zwick/Roell®)	Cuantitativa	MPa.	De Razón
AGENTES CEMENTANTES	Material capaz de cubrir espacio entre dos superficies y que mediante un mecanismo de adhesión permitirá que ambas superficies se mantengan en contacto.	<p>-Cemento resinoso fotopolimerizable</p> <p>-Resina fluida</p>	Nombre comercial	Cualitativa	<p>-Variolink Esthetic LC® Warm</p> <p>-Resina fluida Tetric N-Flow® A3.5 Dentine</p>	NOMINAL

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo de investigación

- a. De acuerdo con el grado de control de las variables y la forma de selección de los individuos:

Experimental básica; un estudio donde se manipulan las variables en distintos grupos experimentales in vitro.

- b. De acuerdo con la dirección que sigue el estudio:

Prospectivo, el cual, consiste en empezar a recolectar los datos una vez iniciado el estudio hacia adelante.

- c. De acuerdo con el número de ocasiones en los que se realiza la medición de las variables:

Transversal, porque la muestra se evaluó en un solo momento en el tiempo.

- d. De acuerdo con el número de muestras que se desean estudiar:

Comparativo, porque se evaluaron dos grupos de estudio; que recibirán materiales diferentes.

3.2 Población y muestra

Se emplearon estructuras de disilicato de litio de alta translucidez (A1 HT) IPS e.max Press (Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein) de 6 mm de diámetro por 10 mm de grosor.¹³ Se evaluaron de la siguiente manera:

- Grupo I: 6 estructuras de Disilicato de Litio Inyectado cementados con cemento Variolink Esthetic LC® Warm a otros 6 estructuras de Disilicato de Litio Inyectado de las mismas dimensiones y características.

- Grupo II: 6 estructuras de Disilicato de Litio Inyectado cementados con resina fluida Tetric N-Flow® A3.5 Dentina a otros 6 estructuras de Disilicato de Litio Inyectado de las mismas dimensiones y características.

Criterios de Inclusión

Se seleccionaron estructuras de A1 HT IPS.e.max® Press del mismo lote de fabricación, libres de fracturas, fisuras, burbujas, poros o algún otro defecto que pudiera alterar la superficie a cementar de la estructura de cerámica.

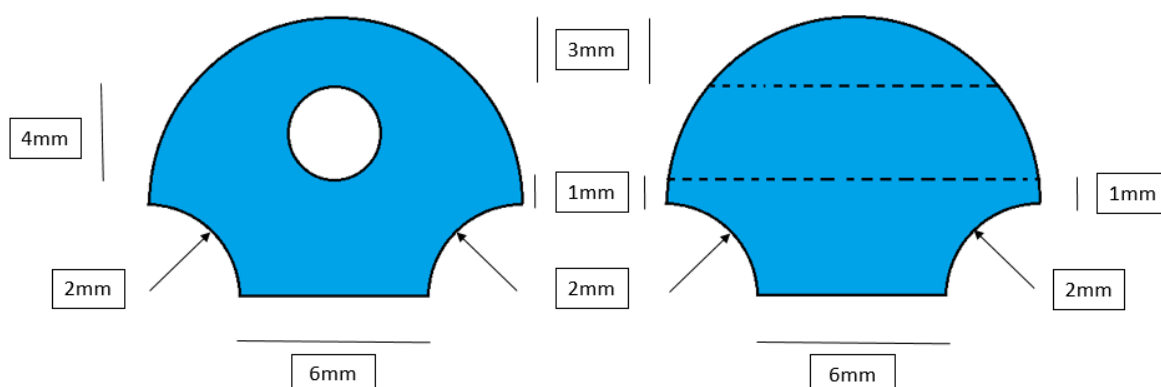
Criterios de Exclusión

Se excluyen del estudio todas aquellas estructuras de A1 HT IPS.e.max® Press con fracturas, fisuras, burbujas, poros o algún otro defecto que pudiera alterar la superficie a cementar de la estructura cerámica.

3.3 Procedimientos y técnicas

Se confeccionaron 24 estructuras de e-max press High-Translucency (alta translucidez) del color A1®, todas las muestras se fabricaron mediante el sistema CAD/CAM: fresado de cera modificada con resina. Se diseñaron las estructuras digitalmente mediante el programa AutoCad® para luego ser exportados por archivo STL (STereoLitography). El archivo fue enviado al programa PrograMill PM7 Software Update V84.78 – Ivoclar Vivadent® para luego ser fresado mediante la fresadora PrograMill PM7®. Se inyectaron las estructuras en e-max press High-Translucency (alta translucidez) del color A1®, en el horno Programat EP5010® y según las indicaciones del sistema de inyección de Disilicato de Litio Monolítico de la marca Ivoclar Vivadent. Una vez inyectado, se eliminaron las impurezas mediante: limpieza con arenadora Vario basic Renfert® con Bioxido de aluminio y

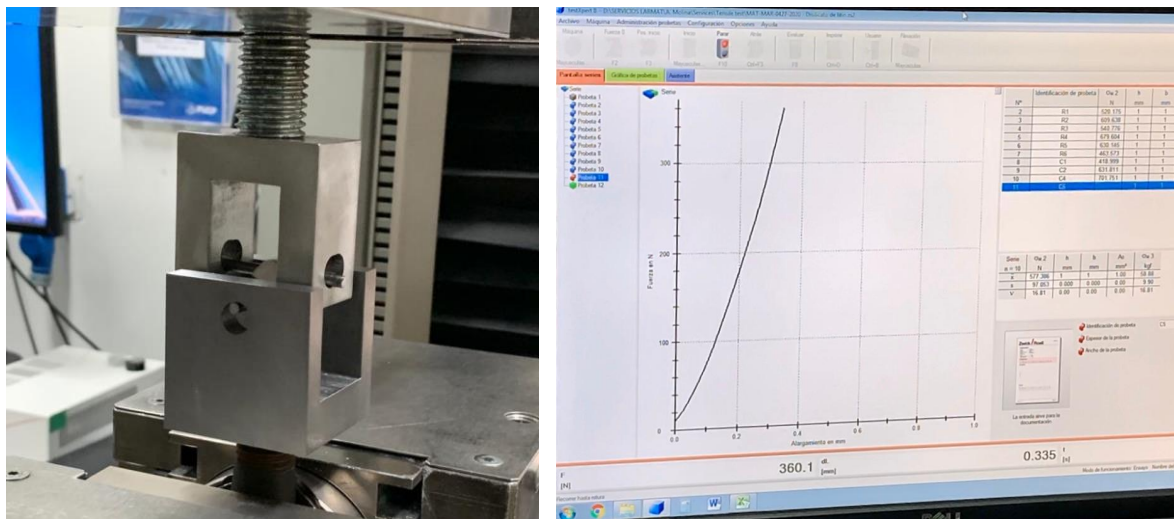
perlas de vidrio Zeta Sand Zhermack® de 25 micras, ácido IPS e-max press Invex Liquid y ultrasonido Easyclean Renfert®, sin alterar los parámetros establecidos.



Una vez obtenido las estructuras o modelos de disilicato ($n=24$) se procedió a cementar (espesor de película de 300 μ m)¹⁸ cada una de las estructuras: 6 estructuras con cemento Variolink Esthetic® Warm y 6 estructuras con resina fluida Tetric N-Flow® A3.5 Dentina a cada otro artefacto de cerámica ($n=12$), el cual tiene las mismas medidas y espesores que las otras estructuras a fin de evitar errores en el ensayo de tracción. Se procedió a fotopolimerizar todas las muestras con una lámpara Bluephase N Ivoclar® 40 segundos por cada lado. Luego se usó una máquina de polimerizado Lumamat 100 Ivoclar® por 11 minutos para asegurar el proceso completo de polimerizado.

Se procedió a calcular las áreas de las superficies cementadas. Seguidamente, con la utilización de una pinza para algodón el espécimen fue colocado en las superficies confeccionadas específicamente para nuestros ensayos, de tal manera que la interfase adhesiva quede en la parte media y las fuerzas sean aplicadas perpendicularmente. Posicionado el espécimen en la máquina para ensayos de tracción de polímeros Zwick/Roell® Typ 8497 50 00, se procedió a iniciar con el ensayo para medir la fuerza de adhesión a una velocidad de 1 milímetro por minuto.

Las normales que se utilizaron fueron: ASTM D638, ISO 37, ASTM D1000, ISO 527 entre otras, las cuales indican realizar un mínimo de 5 ensayos. Cuando se produjo la fractura, la tracción que ejercía la máquina se detuvo y se registraron las medidas obtenidas en valores cuantitativos de Newtons. Finalmente se obtuvo el resultado en megapascuales (Mpa) dividiendo la fuerza (N) entre el área de la superficie cementada (mm^2) (Ver anexo 1).



3.4 Procesamiento de los datos

Los datos obtenidos fueron vaciados en una hoja de cálculo de Excel 2013; y posteriormente, operacionalizados en el paquete estadístico SPSS vs. 25.0. Se utilizó un nivel de confianza del 5% con un intervalo de confianza del 95%. En la estadística descriptiva de las variables cualitativas se obtuvieron frecuencia y porcentajes; mientras que, para las variables cuantitativas se obtuvieron media y desviación estándar.

3.5 Análisis de los resultados

En la estadística analítica, de las variables cualitativas se realizó la Prueba de Chi- Cuadrado; mientras que, para las variables cuantitativas se hizo la prueba de Shapiro - Wilk, para evaluar la distribución normal. Luego se hizo la prueba de normalidad Shapiro-Wilk; encontrándose que el comportamiento de los datos presentó normalidad; por lo cual, se realizó la Prueba t para muestras independientes. Se asumió diferencia estadísticamente significativa cuando el valor $p < 0.05$.

IV. RESULTADOS

El propósito del estudio fue evaluar in vitro la resistencia a la tracción del disilicato de litio inyectado cementado con cemento resinoso fotopolimerizable Variolink Esthetic LC® y resina fluida Tetric N-Flow®. La muestra estuvo conformada por 12 estructuras de cerámica de disilicato de litio de alta translucidez (A1 HT) IPS e.max Press de 6 mm de diámetro por 10 mm de grosor; divididos en dos grupos según el cemento asignado: Variolink Esthetic LC® o Tetric N-Flow® (n=6/por grupo).

En la tabla 1. Se observa la resistencia a la tracción del Disilicato de Litio Inyectado cementado con cemento resinoso fotopolimerizable Variolink Esthetic LC®. El valor promedio de la resistencia fue de $20,70 \pm 3,02$ Mpa; y se obtuvo un valor mínimo resistencia a la tracción de 16,62 Mpa y un valor máximo de 24,21 Mpa.

En la tabla 2. Se observa la resistencia a la tracción del Disilicato de Litio Inyectado cementado con resina fluida Tetric N-Flow®. El valor promedio de la resistencia fue

de $22,87 \pm 3,88$ Mpa; y se obtuvo un valor mínimo resistencia a la tracción de 16,81 Mpa y un valor máximo de 27,84 Mpa.

En la tabla 3. Se observa la comparación de la resistencia a la tracción del disilicato de litio inyectado cementado con cemento resinoso fotopolimerizable Variolink Esthetic LC® y resina fluida Tetric N-Flow®. No hay diferencia estadísticamente significativa entre las medias de la resistencia a la tracción del disilicato de litio inyectado cementado con cemento resinoso fotopolimerizable Variolink Esthetic LC® y resina fluida Tetric N-Flow® (Prueba *t* para muestras independientes; $p > 0.05$).

Tabla 1. Resistencia a la tracción del Disilicato de Litio Inyectado cementado con cemento resinoso fotopolimerizable Variolink Esthetic LC®.

Resistencia a la tracción (MPa)					
	n	Media	D.S.	Mín.	Máx.
Variolink Esthetic LC®	6	20,70	3,02	16,62	24,21

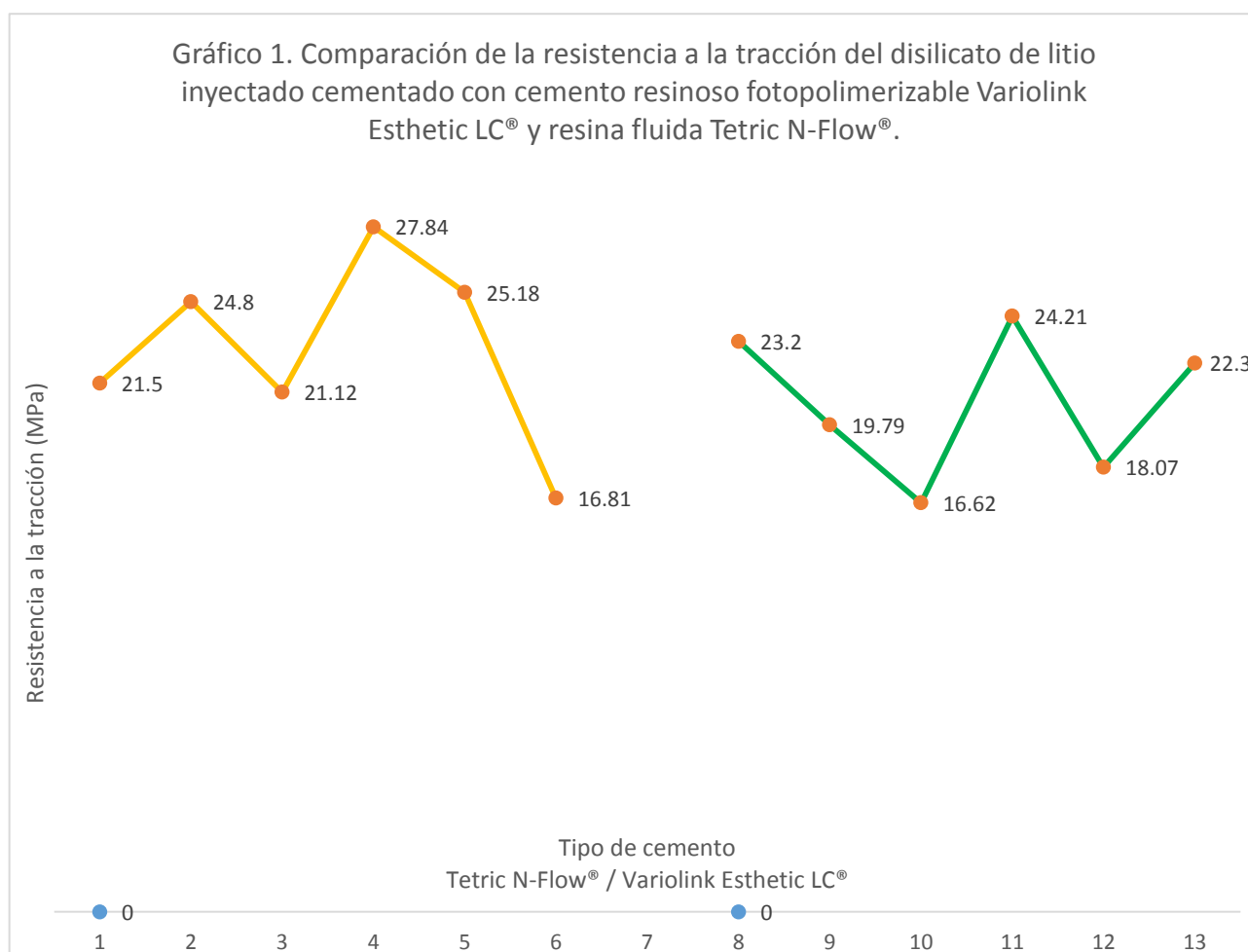
Tabla 2. Resistencia a la tracción del Disilicato de Litio Inyectado cementado con resina fluida Tetric N-Flow®.

Resistencia a la tracción (Mpa)					
	n	Media	D.S.	Mín.	Máx.
Tetric N-Flow®.	6	22,87	3,88	16,81	27,84

Tabla 3. Comparación de la resistencia a la tracción del disilicato de litio inyectado cementado con cemento resinoso fotopolimerizable Variolink Esthetic LC® y resina fluida Tetric N-Flow®.

Resistencia a la tracción (MPa)				
	n	Media	D.S.	Valor p
Variolink Esthetic LC®	6	20,70	3,02	p>0.05*
Tetric N-Flow®	6	22,87	3,88	

*Prueba t para muestras independientes, $p > 0.05$



V. DISCUSIÓN

Los materiales cerámicos figuran entre los más biocompatibles para restauraciones dentales. Este tipo de restauraciones y su creciente demanda exige cada vez materiales fuertes, estéticos y resistentes, así como, nuevas tecnologías. La cerámica es un material que brinda naturalidad, durabilidad química y excelentes propiedades ópticas.³²

Actualmente, una de las cerámicas más utilizadas es el disilicato de litio, una vitrocerámica que ofrece propiedades ópticas superiores en relación a otras porcelanas, y elevadas propiedades mecánicas como resistencia a la flexión de 400MPa y resistencia a la fractura de $2-16 \text{ MPa/m}^{1/2}$, mayor translucidez y buen ajuste marginal. Brinda excelentes propiedades mecánicas, físicas y térmicas que lo catalogan como la cerámica libre de metal más eficiente para rehabilitar pacientes. Cabe recalcar que el disilicato de litio no necesita adherirse al diente para adquirir las propiedades mecánicas y físicas. Sin embargo, estudios demuestran que al unirse al remanente dentario soporta mejor las fuerzas clínicas.³³ Este estudio mostró que la resistencia a la tracción del disilicato de litio inyectado cementado con cemento resinoso fotopolimerizable Variolink Esthetic LC® y resina fluida Tetric N-Flow® fueron similares; por lo tanto, la hipótesis nula fue aceptada; sin embargo, la resistencia a la tracción del grupo cementado con Tetric N-Flow® fue ligeramente mayor al compararla con el grupo cementado con Variolink Esthetic LC®.

Dentro de la literatura revisada, no se dispone de un estudio que sea comparable con el nuestro; sin embargo, diversos estudios han evaluado diferentes propiedades mecánicas del disilicato de litio cemento con cementos de resina. Kumbuloglu O, *et al*²² evaluaron la resistencia al cizallamiento de cinco diferentes sistemas comerciales de cementos de resina al sustrato de cerámica de disilicato de litio; uno esos cementos utilizados fue el Variolink 2 (Ivoclar-Vivadent) donde se obtuvo resistencia de cizallamiento de 23.2 ± 7.5 Mpa; muy similar a la resistencia a la tracción obtenida en este estudio con el Variolink Esthetic LC® que fue 20.70 ± 3.02 Mpa. Lise D, *et al*²¹ investigaron el efecto del grabado con ácido fluorhídrico, solución de silano y la aplicación del sistema adhesivo sobre la resistencia a la unión de cerámica de vidrio de disilicato de litio en tres cementos de resina; encontrando que el cemento de resina Variolink II resultó en una resistencia de unión significativamente más alta. Asimismo, Barra B, *et al*¹⁹ demostraron que los protocolos de cementación de los fabricantes generan resultados pobres en cuanto a la resistencia a la tracción y comprensión de las incrustaciones de resina compuesta realizadas in vitro. Por ello, es importante profundizar con más estudios en las propiedades mecánicas del disilicato de litio bajo diferentes sistemas de cementación; utilizando los cementos más comerciales en nuestro medio que nos permitan aumentar evidencia con vías de mejorar la longevidad las restauraciones en el desempeño clínico. Roy A, *et al*¹³ compararon la fuerza de unión del cemento de resina convencional y el cemento de resina autoadhesiva unido a disilicato de litio; encontrando que hubo una diferencia significativa entre los valores medios de resistencia al cizallamiento de la resina convencional y cemento de resina autoadhesivo cuando se une a discos de disilicato de litio. Upadhyaya V, *et al*¹⁶ evaluaron y compararon la resistencia al cizallamiento de tres cementos de resina

diferentes: cementos totales de grabado y enjuague, autograbado y cementos autoadhesivos, utilizados para unir las restauraciones de disilicato de litio a la dentina humana. En el grupo de Variolink N se obtuvo una fuerza de 14.19 ± 0.76 Mpa; demostrando una resistencia de unión significativamente mayor de todas las cerámicas a las superficies de la dentina que los cementos de resina de autograbado y autoadhesivo.

El espesor de la película de cemento también influye en la resistencia a la tracción y a la fractura.^{11,18,19} Por ello, Rojpaibool T, *et al*¹⁸ investigaron la influencia del espesor de la película de cemento, el tipo de cemento y el sustrato (esmalte o dentina) en la resistencia a la fractura de la cerámica; encontrando que las cargas de fractura más altas se relacionaron con un espesor de película de cemento más delgado; teniendo en cuenta, dicha evidencia en este estudio se decidió utilizar una película de 300 μm para estandarizar los criterios que pudieran afectar nuestros resultados.

Si bien, al utilizar la prueba t student; ésta arroja datos que no hay diferencia estadísticamente significativa entre la resistencia a la tracción de los cementos estudiados; llevados a la clínica, la diferencia entre las resistencias promedio de ambos cementos evaluados podría ser clave en la longevidad y resistencia de una restauración cementada con un protocolo más simple y otra cementada con uno levemente más complejo.

VI. CONCLUSIONES

1. La resistencia a la tracción del agente cementante Variolink Esthetic LC® cementados en estructuras de disilicato de litio fue $20,70 \pm 3,02$ Mpa.
2. La resistencia a la tracción del agente cementante resina fluida Tetric N-Flow® cementados en estructuras de disilicato de litio fue $22,87 \pm 3,88$ Mpa.
3. Al comparar los valores de resistencia a la tracción de los agentes cementantes; Variolink Esthetic LC® y resina fluida Tetric N-Flow®, se encontró que no hubo diferencia estadísticamente significativa entre los grupos ($p>0.05$); sin embargo, el grupo cementado con Tetric N-Flow® tuvo un valor de resistencia a la tracción ligeramente mayor que el grupo cementado con Variolink Esthetic LC®.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda ampliar el número de muestra en futuros estudios; así mismo, comparar distintos grupos con diferentes tipos de agentes cementantes y diferentes sistemas de disilicato de litio.
- Se recomienda incluir termociclado en futuros estudios a fin de semejar el ambiente oral; utilizar otros modelos de estructuras y comparar distintos espesores de película de agentes cementantes.
- El presente estudio es el inicio de una línea de investigación orientada a mejorar la longevidad de las restauraciones funcionales y estéticas; por lo cual, se sugiere continuar con la misma para sumar evidencia científica que permita optimizar nuestra práctica clínica.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. Figueroa R, Goulart F, Furtado R, Pessoa F, Graças M das. Rehabilitación de los Dientes Anteriores con el Sistema Cerámico Disilicato de Litio. *Int J Odontostomat*. 2014;8(3):469–74.
2. Bonilla L, Guzmán L. Comparación de la resistencia compresiva de coronas en dos materiales de cerámica vítrea: disilicato y silicato. *ACFO*. 2015; 6 (16):1-5.
3. Clausen J. Dynamic fatigue and fracture resistance of non-retentive all-ceramic full-coverage molar restorations. Influence of ceramic material and preparation design. *Dent Mat*. 2010;26(1):533-8.
4. Callister WD. Introducción a la ciencia e ingeniería de los materiales, Volume 1 Barcelona, España: Reverte; 2002.
5. Rosenstiel SF, Land MF, Fujimoto J. Materials and structures. In: *Contemporary Fixed Prosthodontics*. 2nd ed. St Louis: Mosby; 1995:151-153.
6. Sakaguchi RL, Powers JM. Testing of dental materials and biomechanics. In: *Craig's Restorative Dental Materials*. 13th ed. Philadelphia, PA: Elsevier Mosby; 2012:85.
7. Ríos K, Hidalgo R, Villavicencio E. Evaluación de la percepción del atractivo de la sonrisa y su influencia en la valoración de las características personales: Prueba piloto. *Rev OA UC Cuenca* 2017; 2(1): 27-32.
8. Bassir MM, Labibzadeh A, Mollaverdi F. The effect of amount of lost tooth structure and restorative technique on fracture resistance of endodontically treated premolars. *J Conserv Dent*. 2013;16(5):413 - 7.
9. Lawson N, Burgess J. Dental ceramics: a current review. *Compend Contin Educ Dent*. 2014;35(3):161-8.
10. Ezatollah, J. The effect of two marginal designs (chamfer and shoulder) on the fracture resistance of all ceramic restorations, Inceram: An in vitro study. *J of Prosth res*. 2010;55(1):121-5.
11. Abad C, Naranjo B, Valdiviezo P. Adhesive Systems Used in Indirect Restorations Cementation: Review of the Literature. *Dent. J*. 2019; 7(71): 1-18.

12. Ritter R, Rego N. Material considerations for using lithium disilicate as a thin veneer option. *J Cosmet Dent.* 2009;25(3):111-117.
13. Roy AK, et al. Comparison of shear bond strengths of conventional resin cement and self-adhesive resin cement bonded to lithium disilicate: an in vitro study. *J Contemp Dent Pract.*, 2017;18(10):881-6.
14. Chaiyabutr Y, Kois JC, Lebeau D, et al. Effect of abutment tooth color, cement color, and ceramic thickness on the resulting optical color of a CAD/CAM glass-ceramic lithium disilicate-reinforced crown. *J Prosthet Dent.* 2011;105(1):83-90.
15. Li R, et al. Enhanced bonding strength between lithium disilicate ceramics and resin cement by multiple surface treatments after thermal cycling. *PLoS ONE* 2019; 14(7): e0220466.
16. Upadhyaya V, Arora A, Singhal J, Kapur S, Sehgal M. Comparative analysis of shear bond strength of lithium disilicate samples cemented using different resin cement systems: An in vitro study. *J Indian Prosthodont Soc.* 2019;19(3):240-7.
17. Gundogdu M, Aladag L. Effect of adhesive resin cements on bond strength of ceramic core materials to dentin. *Niger J Clin Pract* 2018; 21:367-74.
18. Rojpaibool T, Leevailoj C. Fracture Resistance of Lithium Disilicate Ceramics Bonded to Enamel or Dentin Using Different Resin Cement Types and Film Thicknesses. *J Prosthodont.* 2017; 26(2):141-9.
19. Barra B, et al. Resistencia a la tracción de incrustaciones en resina al modificar la técnica de cementación con cemento de resina autograbante dual, estudio in vitro [Tesis para optar el título de cirujano dentista]. Chile: Facultad de Estomatología. Universidad Andrés Bello, 2016.
20. Ayyildiz S, et al. Shear bond strength of various luting cements to fixed prosthodontic restorative materials. *Appl Adhes Sci.* 2015; 3(13):1-10.
21. Lise D, et al. Microshear Bond Strength of Resin Cements to Lithium Disilicate Substates as a Function of Surface Preparation. *Oper Dent.* 2015; 40(5):524-32.
22. Kumbuloglu O1, Lassila LV, User A, Toksavul S, Vallittu PK. Shear bond strength of composite resin cements to lithium disilicate ceramics. *J Oral Rehabil.* 2005;32(2):128-33.

23. ADA Council on Scientific Affairs. Direct and indirect restorative materials. J Am Dent Assoc. 2003;134(4):463-72.
24. Fernandes N, Vally Z, Sykes L. The longevity of restorations - a literature review. SADJ. 2015; 70(9):10-3.
25. Veneziani M, et al. Posterior indirect adhesive restorations: updated indications and the Morphology Driven Preparation Technique. Int J Esthet Dent. 2017;12(2):204-30.
26. Babu P, et al. Dental Ceramics: Part I – An Overview of Composition, Structure and Properties. J Eng Mater Technol, 2015; 3 (1): 13-8.
27. Gusiyska A and Vasileva R. Research article clinical evaluation of ceramic indirect restorations: A 5 – year follow-up. International J Recent Sci Res 2015; 6(5): 4356 – 60.
28. Deepak T. Evaluation of the effect of zirconia surface treatment on shearbond strength to a resin cement. Ann of dent. 2013: 5(1): 1-5.
29. Cattani-Lorente MA, Godin C, Meyer JM. Early strength of glass ionomer cements. Dent Mater. 1993;9(1):57-62.
30. Driscoll CF, Freilich MA, Guckes AD, Knoernschild KL, McGarry TJ, Goldstein G, et al. The Glos Prosth Terms. 1923;1–105.
31. Lima I, Gonçalves J. Effects of heat treatment on the microhardness of direct composites at different depths of restoration. Rev Odonto Ciência. 2004, 27(1):36–40.
32. Blanco L, et al. Comparación in vitro de la resistencia al cizallamiento entre la cementación no adhesiva de disilicato de litio a óxido de zirconio y la cementación adhesiva de disilicato de litio a una cerámica híbrida, usando cemento resinoso dual. [Tesis para optar al título de Especialista en Rehabilitación Oral]. Colombia: Facultad de Odontología. Universidad Santo Toribio, 2019.
33. Conterón P. Comparación de las propiedades mecánicas del disilicato de litio mediante dos métodos de procesamiento. Estudio in vitro. . [Tesis para optar al título de Cirujano Dentista]. Ecuador: Facultad de Odontología. Universidad Central del Ecuador, 2019.

IX. ANEXOS

Anexo 1*

Ficha de recolección de datos

GRUPO: Cemento Variolink Esthetic LC® Warm		GRUPO: Resina FluidaTetric N-Flow® A3.5 Dentine	
ESPECIMEN N:	Resistencia a la Tracción (Mpa)	ESPECIMEN N:	Resistencia a la Tracción (Mpa)
1		1	
2		2	
3		3	
4		4	
5		5	
6		6	

**Aprobado por el asesor.*

Anexo 2

IPS e.max Press ®

Pastillas para inyección de disilicato de litio (cerámica vítrea). Disponibles en 5 niveles de translucidez y una versión Impulse.

Los agentes de cementación se indican según la restauración:

- Coronas y puentes (monolíticos) pueden colocarse mediante cementación convencional o con un autoadhesivo.
- Inlays, carillas y carillas oclusales (table tops) se colocan mediante cementación adhesiva.

Beneficios	Indicaciones
<ul style="list-style-type: none">• Alta resistencia en el tiempo.• Diversas opciones de cementación según la restauración (adhesiva, auto-adhesiva o convencional).• Estética cromática natural.• Cinco niveles de translucidez.• Preparaciones mínimamente invasivas.	<ul style="list-style-type: none">• Carillas desde 0.3 mm de espesor.• Carillas oclusales o Table Tops.• Inlays y onlays mínimamente invasivos (desde 1 mm).• Coronas y coronas parciales.• Puentes en la región anterior y premolar.• Superestructuras de implantes.• Pilares híbridos y coronas pilar híbridas.

Cemento Variolink Esthetic LC®

Cemento resinoso de nanorrelleno, fotopolimerizable; sus principales características son: consistencia adecuada, permitiendo la fluidez y la eliminación de excesos durante la cementación; resistencia a la abrasión, evitando así las filtraciones marginales; translucidez adecuada y estabilidad cromática en el tiempo, todas estas necesarias sobre todo en restauraciones del sector anterior.

Composición	Indicaciones
<ul style="list-style-type: none">• Dimetacrilato de uretano, trifluoruro de iterbio y óxido mixto esferoide• Relleno de 40% aprox.• Tamaño de partículas medio de 100nm.• Iniciadores, pigmentos y estabilizadores.	<ul style="list-style-type: none">• Cementación definitiva de restauraciones indirectas compuestas de resina o cerámica con un espesor menor o igual a 2mm y suficiente translucidez.• Cementación de carillas, inlays y onlays realizadas mediante sistemas cerámicos: IPS Empress, IPS Empress 2 e IPS e.max.

Resina Tetric N-Flow®

Composite nanohíbrido, radiopaco, fotopolimerizable y fluido, usado en el tratamiento restaurador y la cementación de restauraciones compuestas de composite y cerámica translúcidas.

Composición	Indicaciones
<ul style="list-style-type: none">• 36 % en peso de dimetacrilato (incluyendo TEGDMA)• 63 % en peso de rellenos (vidrio de bario, trifluoruro de iterbio, sílice altamente dispersado y óxido mezclado)• 1 % en peso de iniciadores, estabilizadores y pigmentos.• Contenido total de rellenos inorgánicos: 39 % de volumen.• Tamaño de partículas de rellenos inorgánicos: de 40 a 3000 nm.	<ul style="list-style-type: none">• Como capa inicial de restauraciones de clases I y II.• Restauraciones anteriores (clases III, IV).• Restauraciones de clase V (caries cervicales, erosión de raíces, defectos cuneiformes).• Restauraciones pequeñas.• Sellado de fisuras.• Ferulización por movilidad dentaria.• Bloqueado de socavados.• Cementación adhesiva de restauraciones de composite y cerámica translúcidas.

Anexo 3

LABORATORIO DE MATERIALES CITE materiales

Departamento de Ingeniería
Sección Ingeniería Mecánica



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATOLICA
DEL PERÚ

CON SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD SEGÚN NTP ISO/IEC 17025

CA/LMSIM/0241/2020

Lima, 05 de marzo de 2020

Señores
CONSULTORIOS ZAGA E.I.R.L.
Presente-

Estimados Señores:

En relación a los ensayos realizados en nuestro laboratorio, correspondientes al servicio **MAT-MAR-0427/2020**, y de acuerdo con la información proporcionada por ustedes, hacemos extensiva la siguiente información adicional:

- **Tesis** : RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DEL DISILICATO DE LITIO INYECTADO CEMENTADO CON CEMENTO RESINOSO FOTOPOLIMERIZABLE Y RESINA FLUIDA.
- **Tesista** : JAVIER ANTONIO ZAGA ALARCÓN.
- **Asesor de Tesis** : CD. Esp. FELIPE ENRIQUE LOZANO CASTRO.

Atentamente,

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERÚ
Sección Ingeniería Mecánica

MSc. ANIBAL ROZAS GALLEGOS CIP. 123620
Director Citemateriales



Av. Universitaria 1801 - San Miguel
Lima - Perú
www.pucp.edu.pe

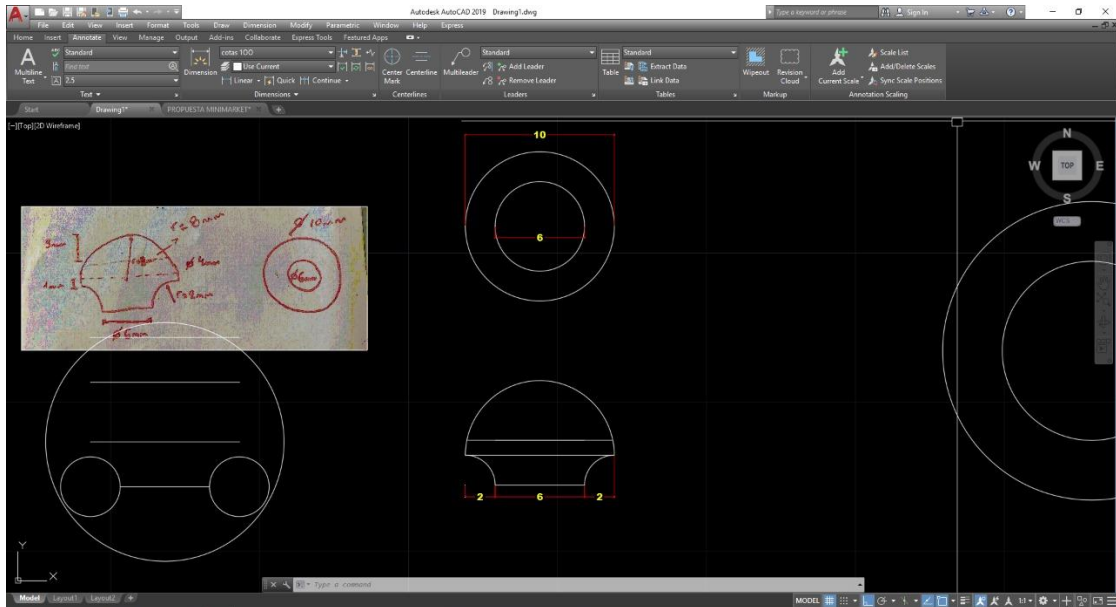
Apartado Postal
N° 1761 Lima 100 - Perú
labmat@pucp.edu.pe

Teléfono
(511) 626 - 2000
Anexo: 4842

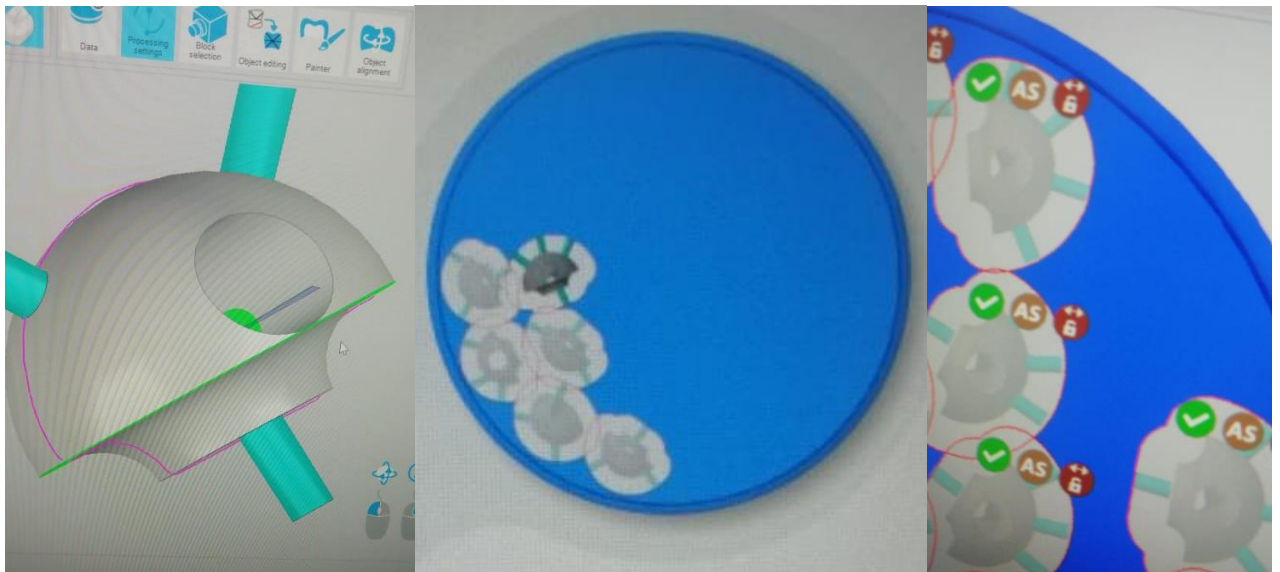
Telefax
(511) 626 - 2855

Anexo 4**

DISEÑO DE COMPONENTES



ARCHIVOS STL PARA CAD/CAM

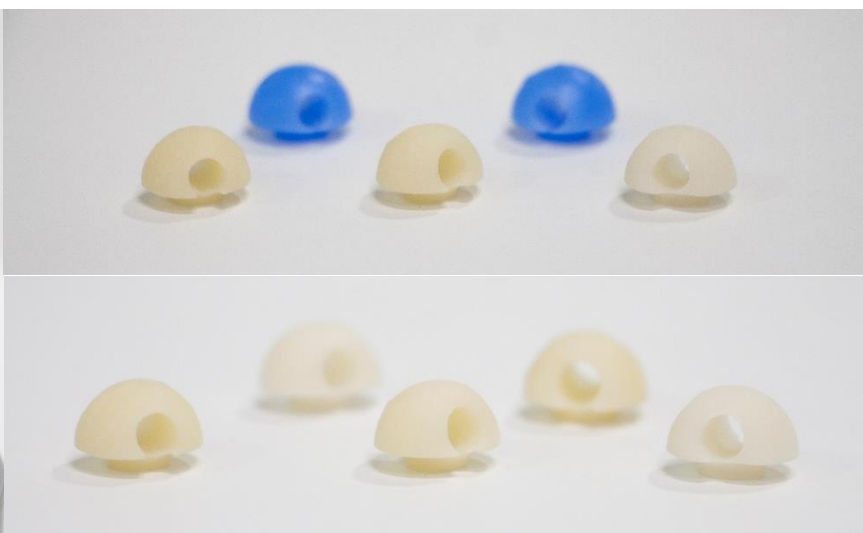


***Diseño creado en conjunto con el Ing. Ronald Peralta Begazo.*

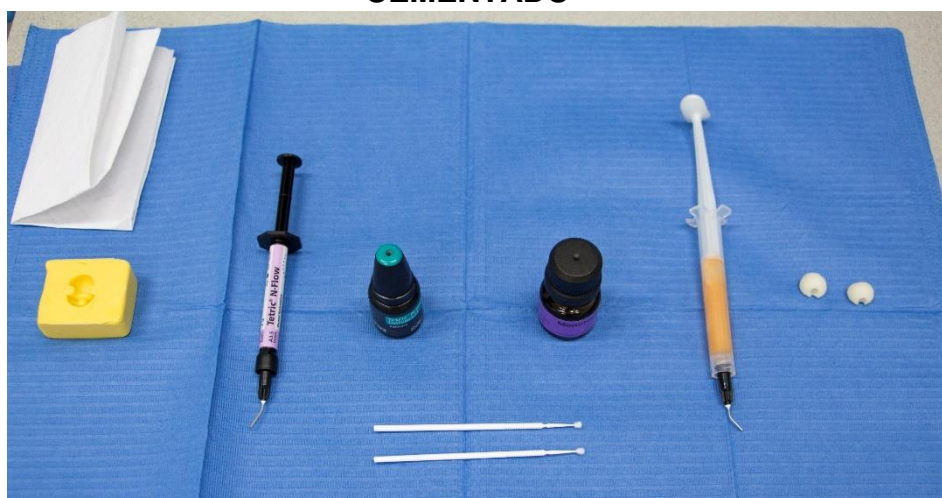
FRESADO



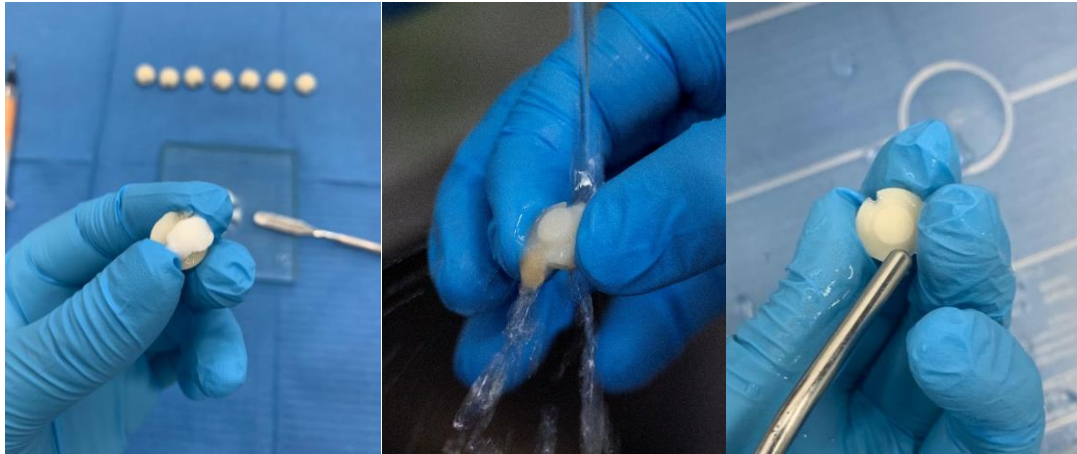
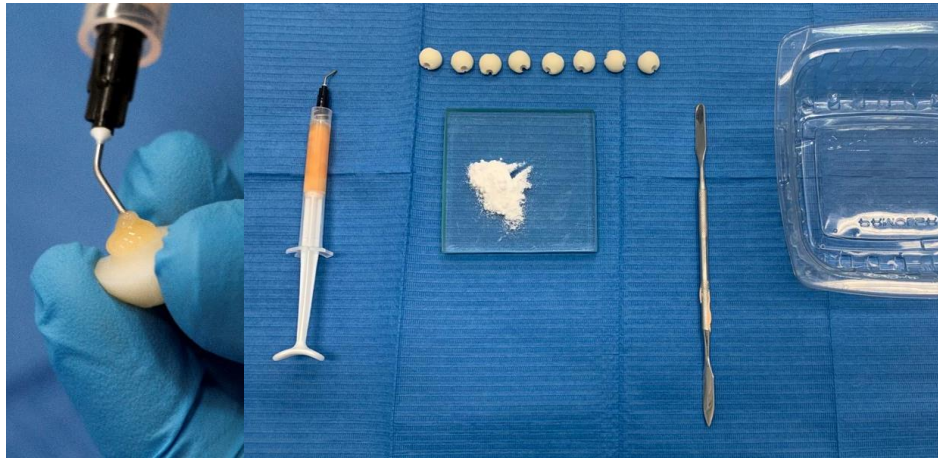
INYECTADO



CEMENTADO¹⁸



ACONDICIONAMIENTO + NEUTRALIZACIÓN
Ác. Fluorhídrico
5%
(20 segundos)
Pasta de Bicarbonato de Sodio y Agua



Aplicación de Silano
(1 minuto)



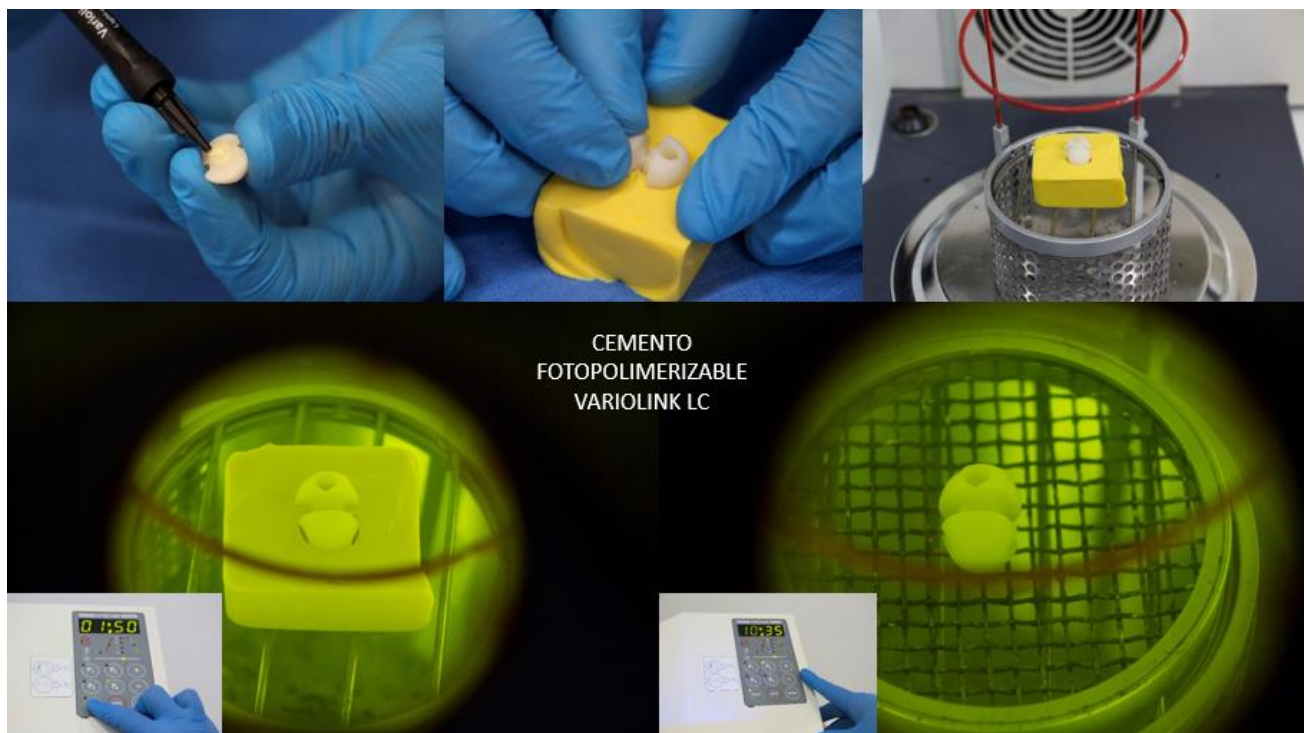
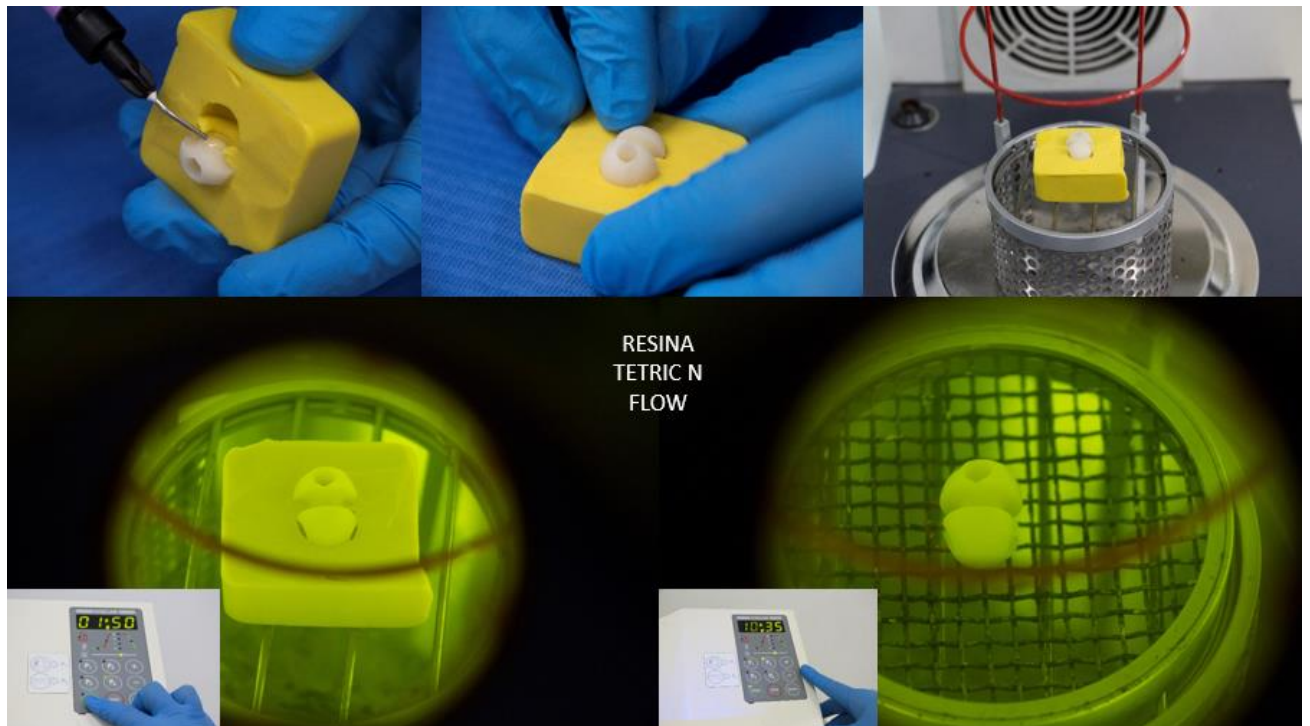
ADHESIVO



CONFECCIÓN DE MATRIZ PARA CEMENTAR¹⁸ 300 um (micras)



FOTOPOLIMERIZADO



ENSAYOS DE TRACCIÓN

